

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau



(43) International Publication Date  
2 August 2001 (02.08.2001)

PCT

(10) International Publication Number  
WO 01/56184 A1

(51) International Patent Classification<sup>7</sup>: H04B 3/23

(21) International Application Number: PCT/US01/02341

(22) International Filing Date: 25 January 2001 (25.01.2001)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:  
60/177,944 25 January 2000 (25.01.2000) US

(71) Applicant: AWARE, INC. [US/US]; 40 Middlesex Turnpike, Bedford, MA 01730-1432 (US).

(72) Inventors: TKACHOV, Igor; 22 Pierce Street, Arlington, MA 02476 (US). SANDBERG, Stuart, Daniel; 22 Pine Ridge Road, Arlington, MA 02476 (US).

(74) Agent: VICK, Jason, H.; Nixon Peabody LLP, Suite 800, 8180 Greenshorn Drive, McLean, VA 22102 (US).

(81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

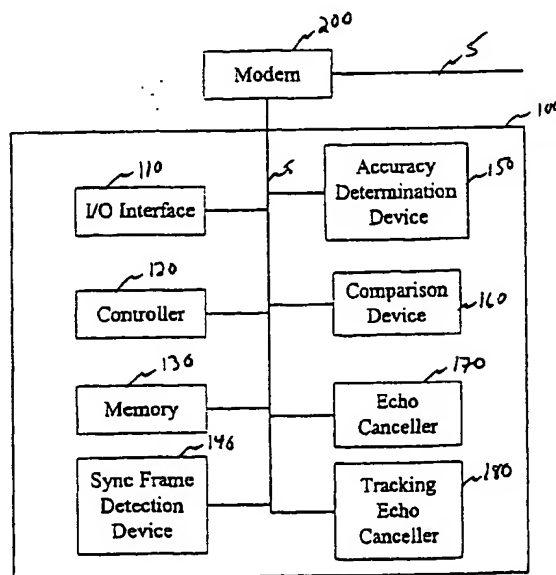
(84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Published:**

- with international search report
- before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR THE APPLICATION OF AN LMS METHOD TO UPDATING AN ECHO CANCELLER IN AN ADSL MODEM



(57) Abstract: An echo cancellation device relies on the known characteristics of the sync frame to monitor, update in an off-line fashion and determine the accuracy of an echo canceller in, for example, a modem, such as an ADSL modem. Specifically, time domain samples are read from the transmit (Tx) and receive (Rx) paths of the modem. These samples are stored in memory. When the sync frame has received a predetermined number of the same Tx samples and Rx samples, the samples are stored. Running averages, over the sync frames, of the TX and Rx samples are maintained. These averages are subtracted from a sync frame of samples, to allow LMS updating of the echo canceller taps, free of extraneous signals. Updating, i.e., tracking of changes in the echo channel, is done for the echo canceller in an off-line fashion. The coefficients for the in-line version are updated, while the off-line version is updated over several sync frames. Periodically, the performance of the off-line version is compared with the in-line version. The coefficients of the in-line version are replaced by those of the off-line version only if it is determined the off-line version, which is tracking echo channel changes, has better performance. After replacement of the in-line

coefficients, the off-line tracking is continued in the off-line version.

WO 01/56184 A1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2003-521194

(P2003-521194A)

(43) 公表日 平成15年7月8日 (2003.7.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H04B 3/23

識別記号

F I

H04B 3/23

特マコード\* (参考)

5 K 0 4 6

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2001-555226(P2001-555226)  
(86) (22) 出願日 平成13年1月25日 (2001.1.25)  
(85) 翻訳文提出日 平成14年7月25日 (2002.7.25)  
(86) 国際出願番号 PCT/US01/02341  
(87) 国際公開番号 WO01/056184  
(87) 国際公開日 平成13年8月2日 (2001.8.2)  
(31) 優先権主張番号 60/177,944  
(32) 優先日 平成12年1月25日 (2000.1.25)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

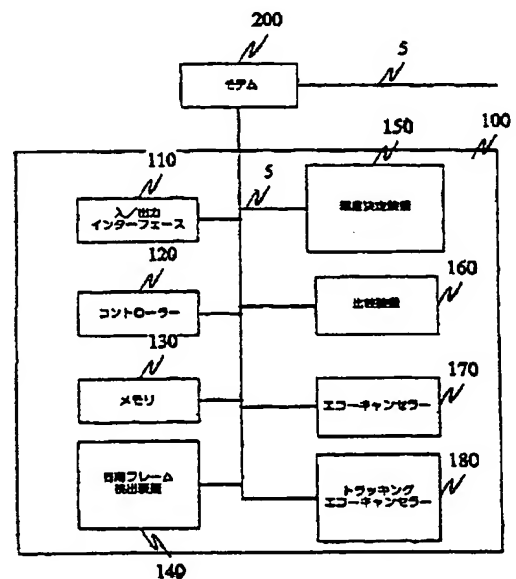
(71) 出願人 アウェア、インコーポレイテッド  
アメリカ合衆国 マサチューセッツ  
01730, ベッドフォード, ミドルセッ  
クス ターンパイク 40  
(72) 発明者 イゴール・トカチョフ  
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州  
02476, アーリントン, ピアス ストリ  
ー ト 22  
(72) 発明者 スチュアート・ダニエル・サンドバーグ  
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州  
02476, アーリントン, バイン リッジ  
ロード 22  
(74) 代理人 弁理士 古谷 栄男 (外4名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ADSL モデムにおいてエコーキャンセラーを更新するためにLMS法を適用するシステムおよび方法

(57) 【要約】

同期フレームの既知の特性をオフライン状態において監視し、更新し、エコーキャンセラー、例えば、ALDS L モデム等のモデム、の精度を決定すること、に基づき動作するエコーキャンセレーション装置である。具体的には、モデムの送信 (Tx) パスおよび受信 (Rx) パスからタイムドメインサンプルが読み出される。これらのサンプルは、メモリに記憶される。同期フレームが所定数の同じTXサンプルおよびRXサンプルを受信すると、かかるサンプルは記憶される。同期フレームにわたるTX及びRXサンプルの移動平均が維持される。これらの平均値は、エコーキャンセラータップのLMSによる更新を可能とし、関係のない信号の影響を受けないようにするため、サンプルの同期フレームから減じられる。更新、すなわち、エコーチャンネルの変化を追跡 (tracking) することは、エコーキャンセラーがオフラインの状態において行われる。インライン・バージョン用の係数は、オフライン・バージョンがいくつかの同期フレームにわたって更新される間に、更新される。オフライン・バージョンの性能は、周期的にインライン・バージョ



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

エコーキャンセリングシステムであって、  
トラッキングエコーキャンセラー、  
カレントエコーキャンセラー、および  
前記トラッキングエコーキャンセラーと前記カレントエコーキャンセラーの精度を比較するエコーキャンセレーション精度判定装置を備えたこと、  
を特徴とするもの。

## 【請求項2】

請求項1のシステムにおいて、さらに、前記比較に基づいて前記カレントエコーキャンセラーを更新するエコーキャンセラー更新装置、を備えたこと、  
を特徴とするもの。

## 【請求項3】

請求項1のシステムにおいて、前記精度は、同期フレームに基づいて決定されること、  
を特徴とするもの。

## 【請求項4】

請求項1のシステムにおいて、前記トラッキングエコーキャンセラーは、信号内のエコーを監視すること、  
を特徴とするもの。

## 【請求項5】

請求項4のシステムにおいて、前記信号は、デジタル通信環境内の情報であること  
を特徴とするもの。

## 【請求項6】

請求項1のシステムにおいて、前記精度は、受信サンプル信号から無関係な信号(extraneous signal)およびエコーの予測値を減じたものに基づいて得られたこと、  
を特徴とするもの。

## 【請求項7】

請求項1のシステムにおいて、前記トラッキングエコーキャンセラーは、既知の、受信同期フレームに基づいて、一以上のオフラインのエコーキャンセラータップを調整すること、  
を特徴とするもの。

## 【請求項8】

請求項1のシステムにおいて、複数の送信および受信信号の移動平均は、維持され、サンプルの同期フレームから減じられること、  
を特徴とするもの。

## 【請求項9】

請求項1のシステムにおいて、前記カレントエコーキャンセラー用の一以上の係数は、前記トラッキングエコーキャンセラーが一回以上更新される間に、更新されること、  
を特徴とするもの。

## 【請求項10】

エコーキャンセラーを更新する方法であって、  
トラッキングエコーキャンセラーの精度を決定するステップ、  
カレントエコーキャンセラーの精度を決定するステップ、  
前記エコーキャンセラーの精度を比較するステップ、および  
前記トラッキングエコーキャンセラーの精度がより高い場合には、前記トラッキングエコーキャンセラーによって前記カレントエコーキャンセラーを更新するステップ、を備えたこと、  
を特徴とするもの。

## 【請求項11】

請求項10の方法において、さらに、入力信号をサンプリングするステップ、  
を備えたこと、  
を特徴とするもの。

## 【請求項12】

請求項10の方法において、さらに、メモリ装置内に入力サンプルを読み込む

ステップ、を備えたこと、  
を特徴とするもの。

【請求項13】

請求項10の方法において、さらに、前記トラッキングエコーキャンセラーを  
更新するステップ、を備えたこと、  
を特徴とするもの。

【請求項14】

請求項10の方法において、さらに、同期フレームの一部をサンプリングする  
ステップ、を備えたこと、  
を特徴とするもの。

【請求項15】

請求項14の方法において、前記同期フレームは、デジタル通信環境における  
通信の一部であること、  
を特徴とするもの。

【請求項16】

請求項10の方法において、さらに、受信サンプル信号から無関係な信号 (ex  
traneous signal)を減じるステップ、を備えたこと、  
を特徴とするもの。

【請求項17】

請求項10の方法において、さらに、受信サンプル信号からエコーの予測値を  
減じるステップ、を備えたこと、  
を特徴とするもの。

【請求項18】

請求項10の方法において、さらに、既知の、受信同期フレームに基づいて、  
一以上のオフラインのエコーキャンセラータップを調整するステップ、を備えた  
こと、  
を特徴とするもの。

【請求項19】

請求項10の方法において、複数の送信および受信信号の移動平均は、維持さ

れ、サンプルの同期フレームから減じられること、  
を特徴とするもの。

【請求項20】

請求項10の方法において、前記カレントエコーキャンセラー用の一以上の係数は、前記トラッキングエコーキャンセラーが一回以上更新される間に、更新されること、

を特徴とするもの。

【請求項21】

エコーキャンセラーを更新するための情報を備えた情報記憶媒体であって、

トラッキングエコーキャンセラーの精度を決定する情報、

カレントエコーキャンセラーの精度を決定する情報、

前記エコーキャンセラーの精度を比較する情報、および

前記トラッキングエコーキャンセラーの精度がより高い場合には、前記トラッキングエコーキャンセラーによって前記カレントエコーキャンセラーを更新する情報、を備えたこと、

を特徴とするもの。

【請求項22】

請求項21の情報記憶媒体において、さらに、入力信号をサンプリングする情報、を備えたこと、

を特徴とするもの。

【請求項23】

請求項21の情報記憶媒体において、さらに、入力サンプルをメモリ装置内に読み込む情報、を備えたこと、

を特徴とするもの。

【請求項24】

請求項21の情報記憶媒体において、さらに、前記トラッキングエコーキャンセラーを更新する情報、を備えたこと、

を特徴とするもの。

【請求項25】

請求項21の情報記憶媒体において、さらに、同期フレームの一部をサンプリングする情報、を備えたこと、  
を特徴とするもの。

【請求項26】

請求項25の情報記憶媒体において、前記同期フレームは、デジタル通信環境における通信の一部であること、  
を特徴とするもの。

【請求項27】

請求項21の情報記憶媒体において、さらに、受信サンプル信号から無関係な信号を減じる情報、を備えたこと、  
を特徴とするもの。

【請求項28】

請求項21の情報記憶媒体において、さらに、受信サンプル信号からエコーの予測値を減じる情報、を備えたこと、  
を特徴とするもの。

【請求項29】

請求項21の情報記憶媒体において、さらに、既知の、受信同期フレームに基づいて、一以上のオフラインのエコーキャンセラータップを調整する情報、を備えたこと、  
を特徴とするもの。

【請求項30】

請求項21の情報記憶媒体において、複数の送信および受信信号の移動平均は、維持され、サンプルの同期フレームから減じられること、  
を特徴とするもの。

【請求項31】

請求項21の情報記憶媒体において、前記カレントエコーキャンセラー用の一条の係数は、前記トラッキングエコーキャンセラーが一回以上更新される間に、更新されること、  
を特徴とするもの。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の分野】

本発明は、電気通信環境に関するものであり、具体的に述べると、電気通信環境におけるエコーの低減に関する。

【0002】

## 【発明の背景】

DSL技術において、電話局と加入者宅(subscriber premise)との間のローカル加入者ループにわたる通信は、合体され、その後、前記加入者ループにわたって送信される複数の分離周波数キャリア(discrete frequency carriers)内に送信されるデータを変調することによって実行される。かかるキャリアは、それぞれ、制限された帯域幅の、不連続で、重複しない通信サブチャネルを形成する；これらが集まって実質的にブロードバンド通信チャネルを形成する。受信機側において、かかるキャリアは、復調され、データが再生される。

【0003】

各サブチャネルにわたって送信されるデータシンボルは、当該サブチャネルのSN比に応じ、サブチャネル毎に変動する多数のビットを搬送する。特定の通信条件下において収容可能なビット数は、サブチャネルの”ビット・アロケーション”として知られ、既知の方法によって、測定されたSN比およびそれと関連するビットエラーレートの関数として各サブチャネル毎に決定される。

【0004】

各サブチャネルのSN比は、基準信号を様々なサブチャネルにわたって送信し、受信信号のSN比を測定することにより決定される。ローディング情報(load ing information)は、通常、受信機側で決定されるが、電話局から加入者宅への送信の場合は、例えば、加入者宅等の加入者線の”ローカル”端で、加入者宅から電話局への通信の場合には、電話局側で決定され、各送信-受信機のペアが同じ情報を用いて互いに通信できるよう、他の”送信(transmitting)”又は遠隔側に送られる。ビット・アロケーション情報は、特定の受信機にデータを送信する場合に各サブチャネル上で用いられるビット数を定義するため、通信ペアリン



クの両端において記憶される。サブチャネルの定義を補助するため、サブチャネル利得、時間、周波数ドメインイコライザーの係数および他の特性等のサブチャネルの他のパラメーターを記憶するようにしてもよい。

【0005】

もちろん、加入者線のいずれの方向に向かって情報を送信しても良い。加入者に対するビデオの放送、インターネットサービス等の様々な用途のために、電話局から加入者への線で要求される帯域幅は、加入者から電話局への線で要求される帯域幅の数倍(many times)である。最近開発された、かかる帯域幅を提供するサービスは、離散マルチトーン非同期デジタル加入者回線(DTM ADSL)技術に基づいている。かかるサービスの一形態においては、電話局から加入者宅への下流方向に対し、各々4312.5Hzの帯域幅を有する最大256のサブチャネルを割り当てるとともに、加入者宅から電話局への上流方向への通信に各々4312.5Hzの帯域幅を有する最大32のサブチャネルを割り当てる。通信は、データのフレームおよび制御情報を通じて行われる。現在用いられている方式のADSL通信において、68のデータフレームおよび1の同期フレームが、通信の間中繰り返されるスーパーフレームを形成する。データフレームは、被送信データ、および、既知のビット列を供給し、送信および受信モデムを同期するのに用いられるとともに、SN比等の通信サブチャネル特性の決定をも促進するシンクロナイゼーションフレーム(synchronization frame)、すなわち、同期フレーム(sync frame)を搬送する。

【0006】

上流および下流チャネルを提供する場合、ADSLモデムは、加入者ループの利用可能な帯域幅を、周波数分割多重化(FDM)およびエコーキャンセレーションのいずれかの方法によって分割する。周波数分割多重化は、上流へのデータ用に1セットのサブキャリアを割り当て、別のサブキャリアのセットを下流へのデータ用に割り当てる。次に、下流パスが、時分割多重化により一以上の高速チャネルと一以上の低速チャネルに分割される。また、上流パスは、対応する低速チャネルに多重化される。

【0007】

エコーキャンセレーションにより、上流バンドが下流に重複するよう配され、V. 3.2およびV. 3.4規格のモデムにおいて既知の技術であるローカル・エコーキャンセレーションによってこの二つを分離する。いずれの技術を用いても、ADSLは、バンドのDC側において基本的な電話サービス用に4kHz域を分離する。

## 【0008】

## 【発明の概要】

本発明のシステム及び方法は、同期フレームの既知の特性をオフライン状態において監視し、更新し、エコーキャンセラー、例えば、ALDSLモデム等のモデム、の精度を決定すること、に基づく。具体的には、モデムの送信(Tx)パスおよび受信(Rx)パスからタイムドメインサンプルが読み出される。これらのサンプルは、レジスタ等のメモリに記憶される。同期フレームが所定数の同じTXサンプルおよびRXサンプルを受信すると、かかるサンプルはアレイ内に記憶される。同期フレームにわたるTX及びRXサンプルの移動平均が維持される。これらの平均値は、エコーキャンセラータップのLMSによる更新を可能とし、関係のない信号(extraneous signal)の影響を受けないようにするため、サンプルの同期フレームから減じられる。

## 【0009】

更新、すなわち、エコーチャネルの変化を追跡(tracking)することは、エコーキャンセラーがオフラインの状態において行われる。インライン・バージョン用の係数は、オフライン・バージョンがいくつかの同期フレームにわたって更新される間に、更新される。オフライン・バージョンの性能は、周期的にインライン・バージョンと比較される。インライン・バージョンの係数は、エコーチャネルの変化を追跡しているオフライン・バージョンの性能がよい場合にだけオフライン・バージョンのそれに置き換えられる。インライン係数を置き換えた後、オフライン追跡は、オフライン・バージョンにおいて続けられる。

## 【0010】

本発明の上記およびその他の特徴および効果は、以下で述べる実施形態の詳細な説明において説明され、または、それによって明らかである。

【0011】

【発明の説明】

本発明の実施形態を、以下の図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0012】

本発明の例示的な実施形態を、本発明がADSLトランシーバー環境に適用された場合に基づいて説明する。しかし、通常、本発明のシステムおよび方法は、既知の関係のない信号(extraneous signal)を有するどのような電気通信環境においても、同様に機能することを理解すべきである。

【0013】

例示的なデジタルエコーキャンセラーは、192のタップ長を有するFIR（有限インパルス応答）フィルタとして実現される。しかし、本発明のシステムおよび方法は、どのようなエコーキャンレション型フィルタ又は装置においても、同様に動作することが理解されよう。

【0014】

エコーキャンセラーは、受信信号（Rx）から送信信号（Tx）の予測値(estimate)を減じることにより受信列(received sequence)からエコーを除去するよう動作する。これにより、以下の式に基づいて、エコー（Rx'）のない受信信号が得られる：

【数1】

$$Rx'_n = Rx - Echo_{estimate} = Rx_n - \sum_k Taps_k \cdot Tx_{n-k}$$

ここで、 $Rx_n$ は、n番目の受信サンプルであり、 $Tx_n$ は、n番目の送信サ

ンプルであり、および、 $\text{Taps}_k$  は、 $k$  番目のデジタルエコーキャンセラー (DEC) タップである。エコーなしの列 (echo free sequence)  $R X'_n$  は、次に、別の非DEC関連処理 (non-DEC related processing) に引き渡される。

【0015】

タップの初期設定は、モデムの初期化の段階中にインパルスを用いることによって得られる。例えば、一の一体化したサンプルを送信することができ、それからエコーを直接測定することが出来る。

【0016】

ショータイム中 (during showtime)、タップは、最小2乗近似 (LMS) アルゴリズムに基づいて、整列 (train) および／又は更新される。通常、最小2乗近似に関して、 $\omega_j$  が、 $N$  個のタップが適応可能な FIR フィルターであった場合、 $x_i$  は、 $i$  番目の入力信号サンプルであり、 $y_i$  は、 $i$  番目のフィルター出力サンプルであり、これらの関係は以下の式で表される：

【数2】

$$y_i = \sum \omega_j \cdot x_{i=j}$$

前記適応可能フィルターの係数を更新 (適応) するための最小2乗近似 (LMS) アルゴリズムは、以下の式で表すことが出来る：

【数3】

$$w_k(n+1) = w_k(n) + \mu \cdot \varepsilon_n \cdot x_{n-k} \quad k=0..N \quad \varepsilon_n = a_n - y_n$$

ここで、 $a_n$  は、サンプル $n$ に対する所望のフィルター出力であり、 $w_k(n)$  は、フィルター出力サンプル $n$ を生成するために用いられるフィルターの係数であり、 $w_k(n+1)$  は、 $(n+1)$  番目の出力サンプルを生成するために用いられる更新済みの係数である。上記の式は、ベクトル形式で、以下のように書き直すことができる：

【数4】

$$\bar{w}_{n+1} = \bar{w}_n + \mu \cdot \varepsilon_n \cdot \bar{x}_n$$

$$\begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_N \end{pmatrix}_{n+1} = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_N \end{pmatrix}_n + \mu \cdot \varepsilon_n \cdot \begin{pmatrix} x_n \\ x_{n-1} \\ \dots \\ x_{n-N} \end{pmatrix}$$

ここで、この式を、デジタル対応のエコーキャンセラーに適用すると、入力信号 $x$ が、送信信号 $Tx$ となり、 $w$ は、フィルターのタップとなり、さらに、 $y$ が、エコーの予測値となる。

【0017】

【数5】

$$\omega = \text{Taps}$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{T}\mathbf{x}$$

$$\mathbf{y} = \text{Echo}_{\text{estimated}}$$

$$\text{Echo}_{\text{estimated}} = \sum_{k=0}^{191} \text{Taps}_k \cdot \mathbf{T}\mathbf{x}_{n-k}$$

エラー  $\varepsilon$ 、を決定するため、以下の式に示すように、測定されたエコーから予測されるエコー値が減じられる：

【数6】

$$\varepsilon = \text{Echo}_{\text{measured}} - \text{Echo}_{\text{estimated}},$$

ここで、 $\text{Echo}_{\text{measured}}$  は、上記aから所望の応答値であるように見られる。しかし、受信サンプル  $\mathbf{R} \times \mathbf{n}$  は、エコーのみならず、遠端への強い信号成分 (strong far end signal component) をも含んでおり、更新がなされていないので、 $\text{Echo}_{\text{measured}}$  として用いるには適切ではない。LMSの効率を最も高めるため、遠端信号成分は、それを  $\text{Echo}_{\text{measured}}$  として用いる前に  $\mathbf{R} \times \mathbf{n}$  から除去されるべきである。かかる信号は、ADSL用としては、遠端信号が各同期フレームとして認識されるという事実を利用することによって除去される。 $\mathbf{R} \times$ におけるその分担 (its contribution) の予測値は、複数の同期フレームにわたる平均、受信

サンプル $\langle R x_n \rangle$ を介して得られる。したがって、所望のDEC出力は、以下の式に基づいて構成される：

【数7】

$$\text{Echo}_{\text{measured},n} = R x_n - \langle R x \rangle$$

こうして得られたエコーキャンセラーの係数を更新させるための式は、以下の通りである：

【数8】

$$\begin{aligned} \overrightarrow{\text{Taps}}_{n+1} &= \overrightarrow{\text{Taps}}_n + \mu \cdot \overrightarrow{\text{Tx}} \left( \text{Echo}_{\text{measured}} - \text{Echo}_{\text{estimated}} \right) \\ &= \overrightarrow{\text{Taps}}_n^T + \mu \cdot \overrightarrow{\text{Tx}} \left( R x_n - \langle R x \rangle - \overrightarrow{\text{Taps}}_n^T \cdot \overrightarrow{\text{Tx}} \right) \end{aligned}$$

ここで、 $\mu$ は、LMSの増加分量(step size)であって、収束速度、過剰な係数エラー(excess coefficient error)を管理するものである。

【0018】

LMSの係数 $\mu$ は、 $\text{Tx}^*$ エラーの右シフトとして実行される。したがって、デジタルエコーキャンセラーのタップを更新するためのアルゴリズムは、以下の通りである：

【数9】

$$\vec{Taps_{n+1}} = \vec{Taps_n} + \vec{T_x} \cdot \left( Rx_n - \langle Rx \rangle - \frac{\vec{Taps_n^T}}{T_x} \cdot \vec{T_x} \right)$$

$T_x$  信号がランダムの場合、複数の同期フレームにわたる受信サンプル  $\langle Rx \rangle$  を平均すると、当初の予定通り、遠端（周期的）同期フレーム信号の分担 (contribution) だけが残る。したがって、 $\langle Rx \rangle$  が  $R_x$  から減じられると、エコーのパイロット成分 (pilot component) が除去される。修正がなされない場合には、上記の更新アルゴリズムは、 $T_x$  パイロットが存在する、以下の形となる：

【数 10】

$$\begin{aligned} & \vec{Taps_{n+1}} \\ &= \vec{Taps_n} + \left[ \vec{T_x} - Pilot \right] \left( \{ Rx_n + Pilot - echo \} \langle Rx \rangle - \frac{\vec{Taps_n^T}}{T_x} \cdot \left[ \vec{T_x} - Pilot \right] \right) \cdot 2^{\mu_{shift}} (*) \end{aligned}$$

$T_x$  がパイロットトーン成分を含む場合、上記の更新アルゴリズムを適用する前に  $T_x$  からそれを減じるのが最良の方法である。これにより、アルゴリズムは、以下ようになる：

【数 11】

$$\begin{aligned} & \vec{Taps_{n+1}} \\ &= \vec{Taps_n} + \left[ \vec{T_x} - Pilot \right] \left( Rx_n - \langle Rx \rangle - \frac{\vec{Taps_n^T}}{T_x} \cdot \left[ \vec{T_x} - Pilot \right] \right) \cdot 2^{\mu_{shift}} (*) \end{aligned}$$

918チップセットに基づく例示的な実施形態においては、“影のレジスタ”を用いることにより、かかる918チップセットにより、 $T_x$  および  $R_x$  パスから現在の (current) タイムドメインサンプルを読み取る能力が与えられる。この例示実施形態におけるレジスタ F4 および F5 は、 $T_x$  サンプルの到着とともに、レジスタ F6 および F7 は、 $R_x$  サンプルの到着とともに、更新される。同期フレームが受信されている場合、例えば、ADIコードにおけるフレーム 67 で



は、200個の連続するTxサンプルの次に8個の連続するRxサンプルがアレイ  $[Tx_1, \dots, Tx_{200}, Rx_0, \dots, Rx_7]$  内に集められる。これにより、集められたRxサンプルは、受信基準DTMフレームと同じ、サンプルのnからn+7である。

【0019】

特に、最後の8つのTxサンプルは、送信信号からパイロットトーンを抽出するために用いることが出来る。かかるサンプルは、多くのフレームにわたって平均化される。1パイロット期間の平均化されたサンプル  $\langle Tx_{192}, \dots, Tx_{200} \rangle$  は、Txアレイ全体から減じられる。前記8つのTxサンプルのそれぞれのため、エコーが決定され、信号から減じられる。これらの”エコーなし”サンプルは、次に、Rx信号  $\langle Rx_0 - Rx_7 \rangle$  の平均値を更新するために用いられる。

【0020】

TxおよびRxが集められ、平均値が決定されると、必要とされるデジタルエコーキャンセラータップ更新情報の全て揃うことになる。エコーとエコーの予測値間における伝播速度の遅延が相違することにより、例示したエコーキャンセラーの最初の8個のタップは用いられない(0である)。これにより、1の同期フレームから1セットのデータを用いることで、複数のエコーキャンセラータップを更新することができる。TxおよびRxサンプルの収集が平行して行われるのであれば、より多くの更新を実行することができる。

【0021】

エラー信号は以下の式に基づいて決定される：

【数12】

$$\left( Rxn - \langle Rx \rangle - \sum_{k=0}^{192} Taps_n \cdot Tx_{n-k} \right)$$

かかる信号は、現在のデジタルエコーキャンセラーの性能を監視するのに有益である。かかるエラー信号は、チャネルノイズしか含んでいないのが理想的である。本発明の例示実施形態は、エラーの平均値、エラーの絶対値の平均値およびエラーの最小および最大値を監視する。

#### 【0022】

例示のデジタル対応エコーキャンセラーは、次に、ショータイム中、バックグラウンドタスクとしてコード化を行う。この例示したタスクは、例えば、周波数ドメイン式の行進、によって中断されない限り、200個のスーパーフレームの間、実行される。特に、デジタル対応エコーキャンセラーアルゴリズム用のコードは、Swap Bに配される。ハードウェア読み取り機能は、Swap A内に設けられたコードから呼び出されたにもかかわらず、Swap Bにもこれが存する。したがって、メモリを節約することができる。したがって、本実施形態において、Swap Aからは約50ワード分のメモリだけが用いられる。

#### 【0023】

図1は、本発明の一実施形態にかかるエコーキャンセレーション装置100を示している。特に、エコーキャンセレーション装置100は、入/出力インターフェース110、コントローラー120、メモリ130、同期フレーム検出装置140、精度決定装置150、比較装置160、エコーキャンセラー170およびトラッキングエコーキャンセラー170を備えており、その全てがリンク5に接続されている。また、当該エコーキャンセレーション装置100は、COモデ

ム、CPEモデム、DSLモデム、ADSLモデム等のモデム200、あるいは、リンク5を介して一以上の追加のモデム、に接続されている。

【0024】

メモリ130は、レジスタ、シャドールレジスタ等のどのようなメモリ装置であってもよい。さらに、リンク5は、有線又は無線リンク又は既知の、あるいは、接続された素子に対し、およびその素子から電子データを供給可能な、将来開発される素子であってもよい。

【0025】

図1に示した例示実施形態では、エコーキャンセレーション装置の部品配列を示したが、エコーキャンセレーション装置100の様々な部品を、ローカルエリアネットワークおよび/またはインターネット等の配信ネットワークの遠隔部分、または、専用のエコーキャンセレーション装置内に位置させてもよいことが理解されよう。したがって、エコーキャンセレーション装置100の部品は、モデム等の1つの装置内に組み込まれても良いし、また、配信ネットワークの特定のノードに配置してもよいことを理解すべきである。以下の説明、および、演算の効率化の観点、から理解されるように、エコーキャンセレーション装置100の部品は、システムの動作に影響を及ぼさないのであれば、どの場所に配置させても、すなわち、汎用コンピュータ内に配しても、配信ネットワーク内に位置させても、モデム内に組み込んでも、又はモデムに接続しても、よい。

【0026】

動作中、モデム200は、同期フレームを含むフレームの形式でデータを受信し、および/または、送信する。前述のように、同期フレームの特性は既知である。このかかる同期フレームの受信は、入/出力インターフェースおよびコントローラ120の協働、または、同期フレーム検出装置140によって検出される。エコーキャンセレーション装置100は、同期フレームの受信を検出すると、同期フレーム内のデータパスのサンプリングを開始する。サンプリングされたサンプルは、コントローラ120および入/出力インターフェースの協働によってメモリ130内に記憶される。次に、メモリ130内に記憶されたサンプルは、

コントローラー１２０を用いて読み出され、測定モードに入ったか否かの判断がなされる。

【００２７】

エコーキャンセレーション装置１００が測定モードに入っていない場合、トラッキングエコーキャンセラー１８０は、エコーキャンセリングフィルタに信号内のエコーを低減させることができる修正された計数のセットにより更新される。

【００２８】

エコーキャンセレーション装置１００が測定モードに入っている場合には、それに代えて、トラッキングエコーキャンセラー１８０およびエコーキャンセラー１７０に両方におけるエコーキャンセリングフィルタの精度が決定される。具体的には、受信したサンプル信号から、関係のない信号(extraneous signal)が減じられる。さらに、エコーの予測値が、この無関係な信号から減じられる。これにより、エラーの予測値が算出される。次に、エコーキャンセラー１７０のエラー値とトラッキングエコーキャンセラー１８０のエラー値が比較される。トラッキングエコーキャンセラー１８０の精度が、エコーキャンセラー１７０の精度よりも高い場合、エコーキャンセラー１７０は、例えば、メモリー１３０から、エコーキャンセレーションフィルタ用の新しい係数をダウンロードすることにより更新される。

【００２９】

しかし、エコーキャンセラー１７０の精度が、トラッキングエコーキャンセラー１８０の精度よりも高い場合、エコーキャンセレーションフィルタの係数は変更されず、エコーおよび受信信号の監視が続けられる。

【００３０】

図２は、本発明の一実施形態に基づいて、精度を決定するとともに、エコーキャンセラーを更新する例示的な方法を示している。具体的に述べると、動作は、ステップＳ１００で始まり、ステップＳ１１０へと続く。ステップＳ１１０において、送信および／又は受信・同期フレームが検出される。次に、ステップＳ１２０において、パスのサンプリングが開始される。さらに、ステップＳ１３０に

において、サンプルがメモリ内に記憶される。その後、ステップS140に進む。

【0031】

ステップS140において、サンプルは、メモリ内に読み込まれる。次に、ステップS150において、測定モードに入ったか否かについて判断がなされる。測定モードに入ったとの判断がなされた場合、ステップS170に進み、かかる判断がなされなかった場合には、ステップS160にジャンプする。

【0032】

トラッキングエコーキャンセラーは、ステップS160において更新され、ステップS110に戻る。

【0033】

ステップS170において、トラッキングエコーキャンセラーの精度が決定される。次に、カレントエコーキャンセラーの精度が、ステップS180において決定される。さらに、ステップS190において、カレントエコーキャンセラーの精度とトラッキングエコーキャンセラーの精度が比較され、ステップS200に進む。

【0034】

ステップS200において、トラッキングエコーキャンセラーの精度がカレントエコーキャンセラーよりも高いかどうかの判断がなされる。トラッキングエコーキャンセラーの精度が高い場合、ステップS210に進み、かかる判断がなされなかった場合には、ステップS220にジャンプする。

【0035】

ステップS210において、カレントエコーキャンセラーは、トラッキングエコーキャンセラーのエコーキャンセラーフィルターの係数により更新される。次に、ステップS220に進む。

【0036】

ステップS220において、エコーキャンセラーの動作を監視し続けるか否かの判断がなされる。監視の続行が望まれる場合、ステップS110に戻り、そうでない場合には、そこで動作が終了するステップS230に進む。

【0037】

図3は、本発明の一実施形態に基づき、エコーキャンセラーの精度を決定する例示的な方法を示している。具体的に述べると、動作は、ステップS300で始まり、ステップS310へと続く。ステップS310においては、受信されたサンプル信号から無関係な信号が抽出される。次に、ステップS320において、前記無関係な信号からエコーの予測値が減じられることにより、エラーの予測値が算出される。さらに、ステップS330においては、ステップサイズ、エラー、およびエコーの予測値が決定されたエコーキャンセラー全体の(across)サンプルのベクトル、の積に基づいてエコーキャンセラーの更新が決定される。

【0038】

図1に示すように、エコーキャンセレーションシステムは、単一プログラムによる汎用コンピュータ、DSLモデム等のモデム、又は、通信装置を備えた分離プログラム(separate program)による汎用コンピュータのいずれかにより実現可能である。しかし、エコーキャンセレーションシステムは、専用コンピュータ、プログラムされたマイクロプロセッサ又はマイクロコントローラーおよび周辺集積回路素子、ASIC又は他の集積回路、デジタル信号プロセッサ、個別素子回路(discrete element circuit)等の配線電気回路又は配線論理回路、PLD、PLA、FPGA、PAL等のプログラムされた論理回路、および関連する通信装置、によっても実現することが可能である。通常、図2から図3に示すフローチャートを実行可能な有限状態機械(finite state machine)を実現できるものであれば、どのような装置であっても本発明にかかるエコーキャンセレーションシステムを実現するために用いることが可能である。

【0039】

さらに、開示された方法は、オブジェクト、又は、様々なコンピュータ、ワークステーション又はモデムハードウェアプラットフォームに使用可能なポータブル・ソースコードを提供するオブジェクト指向のソフトウェア開発環境、を用いたソフトウェアによって直ちに実現することが出来る。これに代えて、開示されたエコーキャンセレーションシステムは、標準的な論理回路又はVLSI設計を用いることにより、その一部又は全部をハードウェアによって実現することができる。システムの速度および/または効率要件、特定の機能、および、用いられて

いる特定のソフトウェア又はハードウェアシステム又はマイクロプロセッサ、あるいはマイクロプロセッサシステムにもよるが、本発明にかかるシステムを実現するため、他のソフトウェア又はハードウェアを用いることが可能である。しかし、ここで示すエコーキャンセレーションシステムおよび方法は、ここでなされた機能に関する説明およびコンピュータ及び通信技術に関する基本的な知識から、それらが適用可能な技術の当業者により、既知の又は将来開発されるどのようなシステム又は構造、装置および/又はソフトウェアを用いることによって、ハードウェアおよび/又はソフトウェアにより直ちに実現することが可能である。

#### 【0040】

さらに、開示された方法は、プログラムがなされた汎用コンピュータ、専用コンピュータ、マイクロプロセッサ等上でプログラムとして直ちに実行することができる。これらの場合、本発明の方法およびシステムは、DSLモデム等のモデム内に内蔵されたプログラム、パーソナルコンピュータ内に存するリソース、専用のエコーキャンセレーションシステム、電話局、CPE等の内に内蔵されているルーチンとして実現することができる。エコーキャンセレーションシステムは、モデムのハードウェアおよびソフトウェアシステム、汎用コンピューター、ADSL線テスト装置等のように、前記システムと前記方法をソフトウェアおよび/又ハードウェアシステム中に物理的に組み込むことによっても実現可能である。

#### 【0041】

したがって、本発明によると、エコーキャンセレーションシステムおよび方法が提供されることが明らかである。本発明は、いくつかの実施形態に関して説明されているが、適用可能な技術の当業者にとっては、多くの代替手段、変更例があることは、明らかに理解できる。したがって、出願人は、本発明の精神およびの範囲中にある、かかる代替手段、変更例、均等物を包むことを意図している。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

図1は、本発明にかかる例示的なエコーキャンセラーを示す機能ブロック図で

ある。

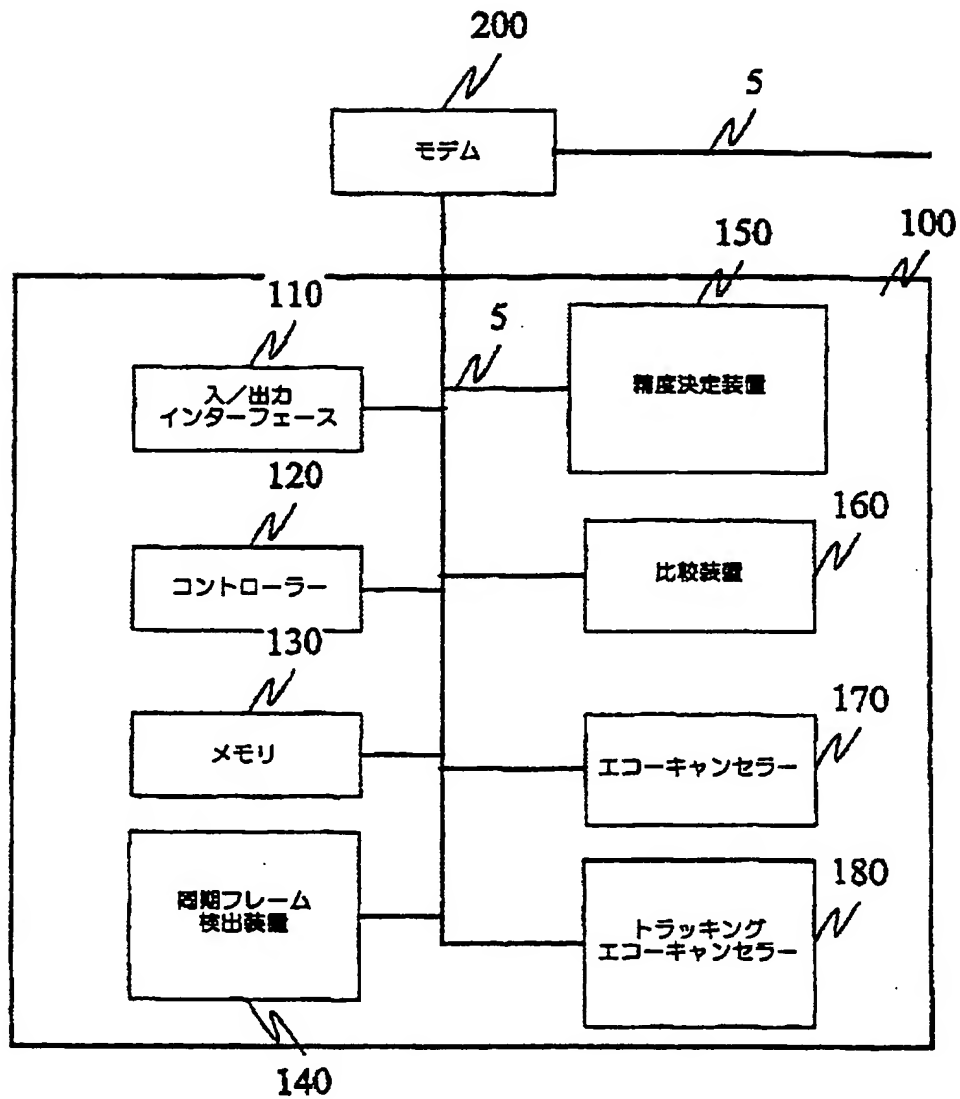
【図2】

図2は、本発明にかかるエコーキャンセラーを監視し、更新する例示的な方法を概説するフローチャートである。

【図3】

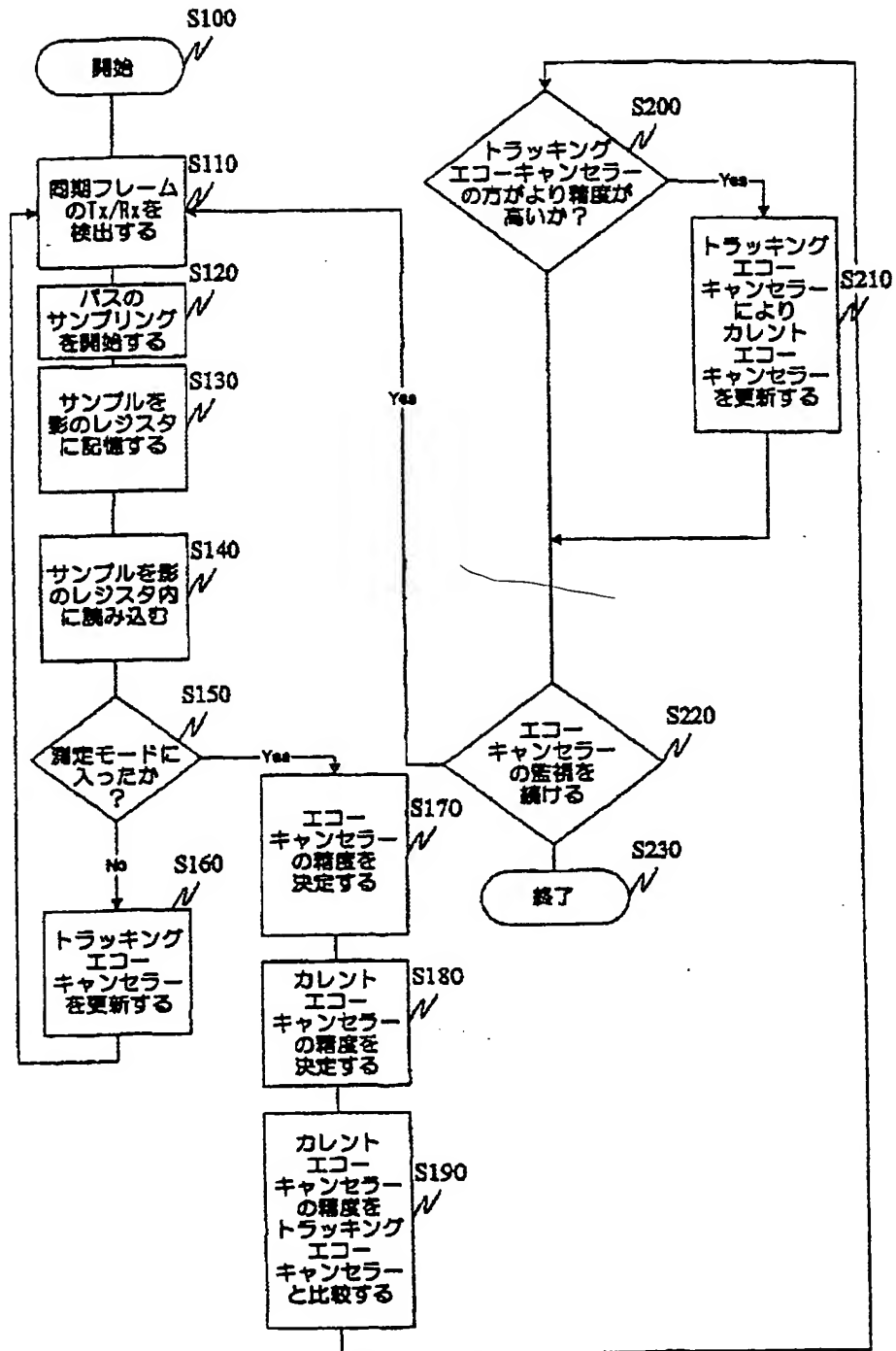
図3は、本発明にかかるエコーキャンセラーの精度を決定する例示的な方法を概説するフローチャートである。

【図1】

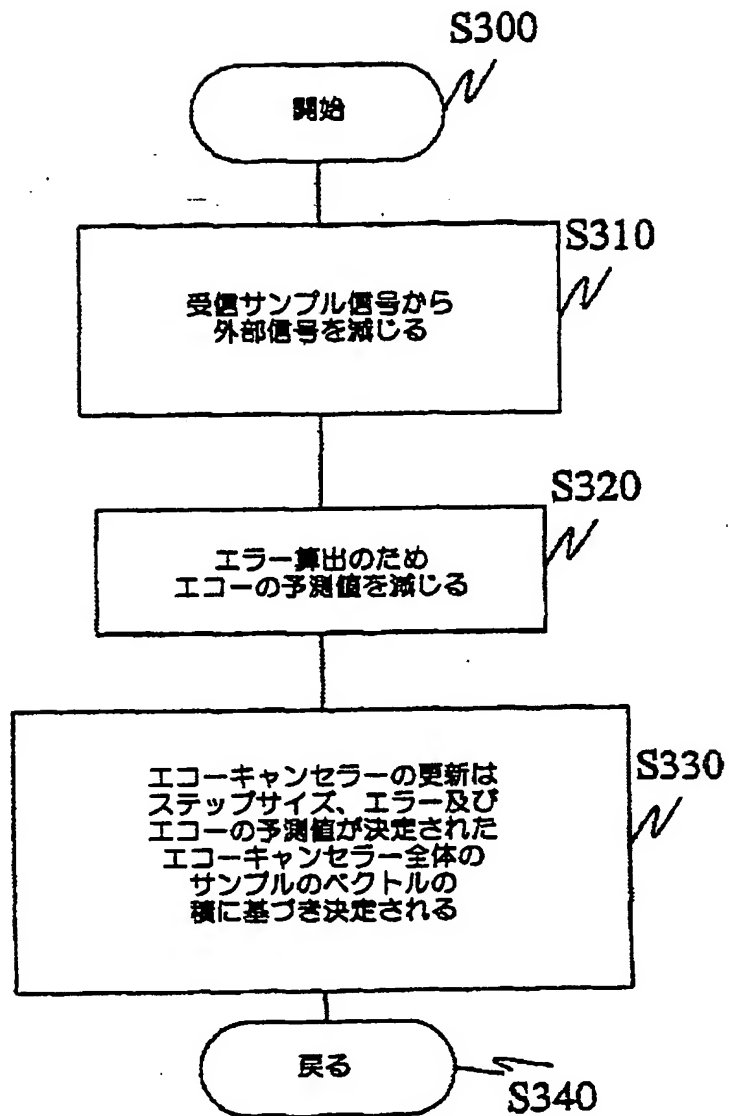




【図2】



【図3】



【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/US 01/02341

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H04B3/23

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99 26400 A (LABERTEAUX KENNETH P ;TELLABS OPERATIONS INC (US); YOUNCE RICHARD) 27 May 1999 (1999-05-27)  page 4, line 5 - line 19 page 7, line 2 -page 8, line 4 page 11, line 1 -page 13, line 3	1,2,4-6, 9-13,16, 17, 20-24, 27,28,31
A	EP 0 557 829 A (SITS SOC IT TELECOM SIEMENS) 1 September 1993 (1993-09-01) page 4, line 25 - line 33 page 5, line 13 - line 55 page 9, line 35 -page 10, line 12  -/-	1-31

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*"E" earlier document but published on or after the international filing date
- \*"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reasons (as specified)
- \*"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*"d" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 April 2001

Date of mailing of the international search report

28/05/2001

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-3040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 840-3016

Authorized officer

De Iullis, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inventor's Application No.  
PCT/US 01/02341

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 351 843 A (FUJITSU LTD) 24 January 1990 (1990-01-24) column 2, line 32 -column 3, line 8 column 13, line 58 -column 14, line 18	1-31

Form PCT/ISA/210 (continuation of recorded sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Original Application No.

PCT/US 03/02341

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9926400 A	27-05-1999	US 6181793 B	30-07-2001
		AU 1404799 A	07-06-1999
		EP 1060608 A	20-12-2000
EP 0557829 A	01-09-1993	IT 1254819 B	11-10-1995
		AT 152557 T	15-05-1997
		DE 69310240 D	05-06-1997
		DE 69310240 T	09-10-1997
		ES 2101147 T	01-07-1997
		GR 3024103 T	31-10-1997
		US 5414766 A	09-05-1995
EP 0351843 A	24-01-1990	JP 2288718 A	28-11-1990
		JP 2030225 A	31-01-1990
		CA 1315356 A	30-03-1993
		US 5007044 A	09-04-1991

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

Fターム(参考) 5K046 AA01 BB01 HH11 HH79

【要約の続き】

ンと比較される。インライン・バージョンの係数は、エコーチャネルの変化を追跡しているオフライン・バージョンの性能の方がよい場合にだけオフライン・バージョンのそれに置き換えられる。インライン係数を置き換えた後、オフラインにおける追跡は、オフライン・バージョンにおいて続けられる。